

19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 43 40 348 A 1

21 Aktenzeichen: P 43 40 348.4  
22 Anmeldetag: 26. 11. 93  
43 Offenlegungstag: 1. 6. 95

61 Int. Cl.<sup>8</sup>:  
F 16 F 7/12  
B 32 B 5/30  
B 32 B 15/04  
B 32 B 1/04  
B 32 B 1/08  
E 04 B 1/82  
// B 32 B 7/12, 7/14,  
C 09 K 21/00, H 02 G  
3/04, B 01 J 35/08,  
21/04

DE 43 40 348 A 1

71 Anmelder:  
Audi AG, 85057 Ingolstadt, DE

72 Erfinder:  
Haldenwanger, Hans-Günther, Dipl.-Ing., 85055  
Ingolstadt, DE; Klose, Peter, Dr., 74239 Hardthausen,  
DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE 38 24 237 C1  
DE 29 17 687 C2  
DE-PS 8 42 471  
DE 43 00 817 A1  
DE 42 11 409 A1  
DE 40 08 047 A1  
DE 40 05 624 A1  
DE 40 01 542 A1  
DE 39 13 307 A1  
DE 39 09 494 A1  
DE 38 16 517 A1  
DE 34 03 943 A1  
DE 32 47 343 A1  
DE 31 16 938 A1

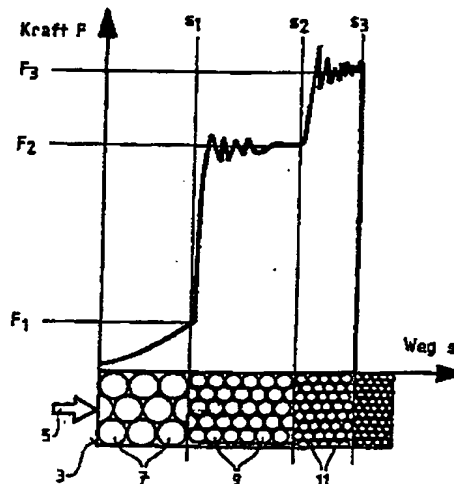
DE 25 54 890 A1  
DE 25 33 088 A1  
DE-OS 24 06 716  
DE 23 43 828 A1  
DE-OS 22 63 877  
DE 4 10 102 A1  
DE 81 04 672 U1  
DE 89 08 981 U1  
DE 89 09 916 U1  
DE 87 08 593 U1  
DD 2 89 978 A5  
FR 26 72 652 A1  
GB 22 33 323 A  
US 50 41 472  
US 39 23 292  
US 37 89 770  
US 36 37 051  
US 36 01 935  
EP 04 99 526 A1  
WO 83 11 001 A1  
WO 93 02 985 A1

JP 4-43136 A. In: Patents Abstracts of Japan, M-1253,  
May 25, 1992, Vol. 16, No. 223;

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

64 Bauteil, enthaltend keramische Hohlkörper

67 Zur Erzielung einer abgestimmten Kennung eines Bautei-  
les weist dieses mindestens zwei Lagen keramischer Hohl-  
körper (7, 9, 11) auf, wobei sich die Hohlkörper (7, 9, 11)  
jeder Lage durch ihren Durchmesser und/oder ihre Wand-  
stärke unterscheiden.



DE 43 40 348 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen  
BUNDESDRUCKEREI 04. 95 508 022/249

6/32

Die Erfindung bezieht sich auf ein Bauteil, umfassend eine Hülle mit darin aufgenommenen keramischen Hohlkörpern.

Aus der DE-C-29 17 687 ist ein Stoßpolster mit einem energieabsorbierenden Kern, der von einem elastischen Mantel umgeben ist, bekannt. Der Kern besteht aus einer Schüttung aus mineralischem Partikelschaum, dessen Zwischen volumen von einem Schaumkunststoff ausgefüllt ist. Der mineralische Partikelschaum kann aus kugelförmigen Blähton-, Blähsilikat, oder Blähschieferpartikeln bestehen.

Darüber hinaus sind keramische Hohlkugeln, beispielsweise aus Aluminiumoxid oder Porzellan, bekannt. Aufgrund der Eigenschaften werden derartige Hohlkugeln bereits in der Wärme- und Schalldämmung, beim Brandschutz, in der Katalysatortechnik, zur Energieabsorption und auch in der Wehrtechnik (Explosionschutz) eingesetzt.

Die Hohlkugeln können unterschiedliche Durchmesser (z. B. 1 bis 6 mm) und Wandstärken (z. B. 10 µm bis einige mm) aufweisen. Die Herstellung der keramischen Hohlkugeln erfolgt über Blasdösen, durch die die keramische Suspension mit leichtem Überdruck geblasen wird. Die dabei entstehenden Blasen werden durch einen Querstrom weggetragen und in einem warmen Gegenluftstrom getrocknet.

In einem anschließenden Sinterprozeß erhalten die Kugeln ihre endgültige Form und Festigkeit. Durch elektronische Prozeßüberwachung und 100%ige Qualitätskontrolle (Flotationsverfahren) werden eine sehr enge Größenverteilung und fehlerfreie Kugeln garantiert.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Bauteil unter Einsatz keramischer Hohlkörper so auszugestalten, daß es ein hohes Energieabsorptionsvermögen und einen günstigen Kraft-Weg-Verlauf aufweist.

Die Aufgabe wird durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

Dadurch, daß mindestens zwei Lagen von keramischen Hohlkörpern vorgesehen sind, wobei sich jede Lage durch ihren Durchmesser und/oder ihre Wandstärke unterscheiden, läßt sich ein genau definierter Kraft-Weg-Verlauf und ein hohes Energieabsorptionsvermögen bei gegebenen Weg erreichen. Dabei ist eine große Wandstärke der keramischen Hohlkörper oder Kügelchen gleichbedeutend mit einer großen Kraftaufnahme; ein großer Durchmesser bzw. eine geringe Wandstärke gleichbleibend mit einem höheren Weg. Durch die Schichtung unterschiedlicher Kugeln in Krafrichtung läßt sich eine genau definierte Kennlinie erzeugen. Dies ist beispielsweise bei Deformationselementen von großer Bedeutung. Die Verwendung der keramischen Hohlkörper selbst hat außerdem den Vorteil, daß über einen bestimmten Weg ein etwa konstantes Kraftniveau gehalten werden kann, wodurch sich ein hohes Maß an Energieumwandlung ergibt.

Die keramischen Hohlkörper können in loser Schüttung in die durch das Bauteil gebildete Hülle eingebracht werden. Dabei werden nacheinander Hohlkörper unterschiedlicher Durchmesser und/oder Wandstärke so eingefüllt, daß sich verschiedene Lagen in der gewünschten Verteilung ergeben.

Besonders vorteilhaft ist, wenn die keramischen Hohlkörper in einer oder mehreren Packungen zusammengefaßt sind. Diese Packungen werden nach ihrer Konfektionierung in das Bauteil eingelegt.

Eine sehr einfache Weise zur Bildung einer Packung

besteht darin, daß die keramischen Hohlkörper in einer PE-Folie vakuumverschweißt werden. Solche Blisterpackungen lassen sich sehr kostengünstig herstellen. Es spielt dabei auch keine Rolle, wenn die Packungen zur Anpassung an die Innenkontur des sie aufnehmenden Bauteils kompliziertere Formen aufweisen müssen.

Je nach Verwendungszweck kann es auch notwendig sein, daß die Packung eine festere Außenhaut aufweist. Dies kann durch Einsatz von Kunststoff- oder Leichtmetall-Formkörpern erreicht werden.

Während in den vorstehend beschriebenen Packungen die keramischen Hohlkörper lose aufgenommen sind und durch die Packungen nur ein einfacheres Handling erreicht wird, ist es auch möglich, Packungen durch Einbettung der keramischen Hohlkörper zu erzeugen. Dies kann beispielsweise dadurch geschehen, daß die Hohlkörper durch ein Epoxidharz miteinander verbunden sind.

Zu einer weiteren Erhöhung der Festigkeit und des Kraftaufnahmevermögens können die keramischen Hohlkörper in einer Kunststoff-Schaummatrix oder einer Matrix aus Leichtmetall eingebettet sein.

Nur ergänzend sei angefügt, daß die Einbettung der keramischen Hohlkörper nicht nur in Form von Packungen möglich ist, sondern daß darüber hinaus die keramischen Hohlkörper auch unmittelbar in das hohle Bauteil eingebracht und dort durch die genannten Materialien (Epoxidharz, Kunststoff, Leichtmetall) gebunden werden können. Denkbar ist beispielsweise die Füllung eines Blechprofils mit phenolharzgebundenen Keramik-hohlkugeln und elastischer Vorspannung durch quellfähigen Kunststoffschäum zur Verbesserung der Biege- und Torsionsteifigkeit. Durch diesen unmittelbaren Verbund wird darüber hinaus die Akustik und Wärmeisolierung positiv beeinflusst. Zu bedenken ist jedoch, daß sich bei der vorbeschriebenen Vorgehensweise Probleme beim Einbringen von zwei oder mehr Lagen unterschiedlicher Hohlkörper und deren Bindung ergeben können.

Durch den Einsatz der Aluminiumoxid-Kügelchen lassen sich beispielsweise auch Bauteile im Bereich einer Krafteinleitung verstärken. Solche Bauteile können im Fahrzeugbau etwa die Anschlußstelle für einen Sicherheitsgurt oder eine Karoseriesäule sein. Zur Herstellung wird bevorzugt ein Vorformling in ein entsprechendes Werkzeug eingelegt und ein Alu-Druckgußprozeß eingeleitet. Die dadurch entstandene Alu-Matrix verteilt ausgeübten Druck gleichmäßig auf die Kügelchen, was besonders in den Randbereichen wichtig ist. Die Anordnung der Hohlkugeln wird zweckmäßig so getroffen, daß in Bereichen großer Druckbelastung (Biegeträger) kleine und ggf. dickwandigere Kügelchen Verwendung finden. In den gegenüberliegenden Bereichen werden dann größere Kügelchen eingesetzt.

Um hier eine Verbesserung zu schaffen, wird vorgeschlagen, die außerhalb hergestellte, unterschiedliche Lagen keramischer Hohlkörper aufweisende Packung mit dem hohlen Bauteil (Hülle) durch Klebung zu verbinden. Dadurch ist ein genau festgelegter Aufbau mit verschiedenen Lagen keramischer Hohlkörper gewährleistet und ein guter Kraftverbund zu dem Bauteil sichergestellt.

Der Anspruch 10 kennzeichnet eine vorteilhafte Ausgestaltung hinsichtlich der Verklebung der Verpackung.

Wenn das Bauteil zur Aufnahme von Zugkräften ausgestaltet sein soll, dann ist es vorteilhaft, wenn zwischen den Hohlkörpern und/oder als Deckschicht ein Gewebe vorgesehen wird. Solche als Zugfasern eingesetzte Ge-

webeeinlagen können beispielsweise aus Kevlar bestehen.

Die Ansprüche 11, 12 und 13 beinhalten vorteilhafte Ausgestaltungen des Bauteils, insbesondere zur Aufnahme oder zum Anschluß weiterer Bauteile.

Die keramischen Hohlkörper (Hohlkugeln) sind vorteilhaft bestimmt und geeignet, Druckkräfte aufzunehmen. Gemäß der Ausgestaltung im Anspruch 4 kann in besonders vorteilhafter Weise jedoch auch in Anwendung der neuen Lehre ein Biegeträger wesentlich verbessert werden. Dies geschieht dadurch, daß in den Druckzonen des Biegeträgers relativ kleine und dickwandige Hohlkörper und in den Zugzonen relativ große und dünnwandige Hohlkörper angeordnet werden. Die Anordnung kann dabei durch die in den Ansprüchen 1 bis 13 vorgeschlagenen Maßnahmen erfolgen. Besonders zweckmäßig ist dabei natürlich, wenn die keramischen Hohlkörper in Epoxidharz, in Kunststoff oder Leichtmetall eingebettet sind und dieser Verbund mit der Hülle zu dem einen Träger bildenden Bauteil — beispielsweise durch Klebung — verbunden ist.

Bevorzugt wird für die keramischen Hohlkörper die Verwendung von Aluminiumoxid-Hohlkugeln vorgeschlagen.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt. Es zeigt

Fig. 1 ein Kraft-Weg-Diagramm und

Fig. 2 in perspektivischer Darstellung einen Schnitt durch ein mit Aluminiumoxid-Hohlkugeln verstärktes Bauteil.

Ein in Fig. 1 schematisch dargestelltes Bauteil 3 ist mit drei Lagen keramischer Hohlkugeln gefüllt. Die erste, sich an die Krafteinleitung (dargestellt durch Pfeil 5) anschließende Lage besteht aus relativ großen, dünnwandigen Hohlkugeln 7. Daran schließt sich eine Lage mit mittelgroßen Hohlkugeln 9 an. Schließlich ist noch eine Lage sehr kleiner Kugeln 11 vorgesehen, welche sich von der mittleren Lage bis zum Grund des Bauteiles 3 erstreckt.

Über dem Bauteil 3 ist ein Kraft-Weg-Diagramm in Zuordnung zu den jeweiligen Lagen von Hohlkugeln aufgetragen. Daraus ist unmittelbar ersichtlich, daß sich in Abhängigkeit von der Größe der keramischen Hohlkugeln über den Weg verschieden hohe Kraftniveaus ergeben. Diese lassen sich — neben dem Durchmesser der Hohlkugeln — auch über die jeweilige Wandstärke beeinflussen.

Fig. 2 zeigt ein Bauteil 13 mit einem Kabelkanal 15. Bis auf den Kabelkanal 15 ist das Bauteil 13 vollständig mit keramischen Hohlkugeln, beispielsweise aus Aluminiumoxid, ausgefüllt. Die Hohlkugeln sind in einer Matrix angeordnet und mit der Außenwandung des Bauteils 13 verbunden.

Die Anordnung der keramischen Hohlkugeln ist so getroffen, daß im Außenbereich ein kleiner Kugeldurchmesser vorherrscht, wodurch dort eine höhere Druckfestigkeit gegeben ist. Im Innenbereich, also den Kabelkanal umschließend, sind relativ große Hohlkugeln angeordnet, die entsprechend der geringeren Belastung in diesen Zonen eine geringere Druckfestigkeit aufweisen. Die größeren Hohlkugeln reduzieren durch ihr geringeres spezifisches Gewicht darüber hinaus auch das Bauteilgewicht.

gekennzeichnet, daß zur Erzielung einer abgestimmten Kennung des Bauteiles die keramischen Hohlkörper in mindestens zwei Lagen in die Hülle eingebracht sind, wobei sich die Hohlkörper jeder Lage durch ihren Durchmesser und/oder ihre Wandstärke unterscheiden.

2. Bauteil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Hohlkörper in einer oder mehreren vorgeformten Packungen zusammengefaßt sind.

3. Bauteil nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Packung durch in einer PE-Folie vakuumverschweißte Hohlkörper erzeugt ist.

4. Bauteil nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Packung durch einen mit den Hohlkörpern gefüllten Kunststoff- oder Leichtmetall-Formkörper gebildet ist.

5. Bauteil nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Hohlkörper mittels Epoxidharz zu einer Packung zusammengefügt sind.

6. Bauteil nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Hohlkörper in einer Kunststoff-Schaummatrix eingebettet sind.

7. Bauteil nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Hohlkörper in einer Matrix aus Leichtmetall eingebettet sind.

8. Bauteil nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen den Hohlkörpern und/oder als Deckschicht ein Gewebe zur Aufnahme von Zugkräften vorgesehen ist.

9. Bauteil nach einem der Ansprüche 2 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Packung mit der Hülle durch Klebung verbunden ist.

10. Bauteil nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß zur Gewährleistung einer gleichmäßig dicken Kleberschicht an der Außenseite der Packung Abstandselemente (Noppen) angeformt sind.

11. Bauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Bauteil mit einer durchgehenden Aussparung versehen ist.

12. Bauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß in das Bauteil sog. Inserts (z. B. Gewindebuchse) mit eingeformt sind.

13. Bauteil nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Inserts mit Hinterschneidungen versehen sind und/oder einen unrunder Querschnitt zur formschlüssigen Verbindung mit den Hohlkörpern und/oder dem Matrixwerkstoff aufweisen.

14. Bauteil, welches einen Biegeträger bildet, nach einem der Ansprüche 10 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Packung in den Druckzonen des Biegeträgers relativ kleine und dickwandige Hohlkörper und in den Zugzonen relativ große und dünnwandige Hohlkörper umfaßt.

15. Bauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die keramischen Hohlkörper Aluminiumoxid-Hohlkugeln sind.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

#### Patentansprüche

1. Bauteil, umfassend eine Hülle mit darin aufgenommenen keramischen Hohlkörpern, dadurch

FIG.1

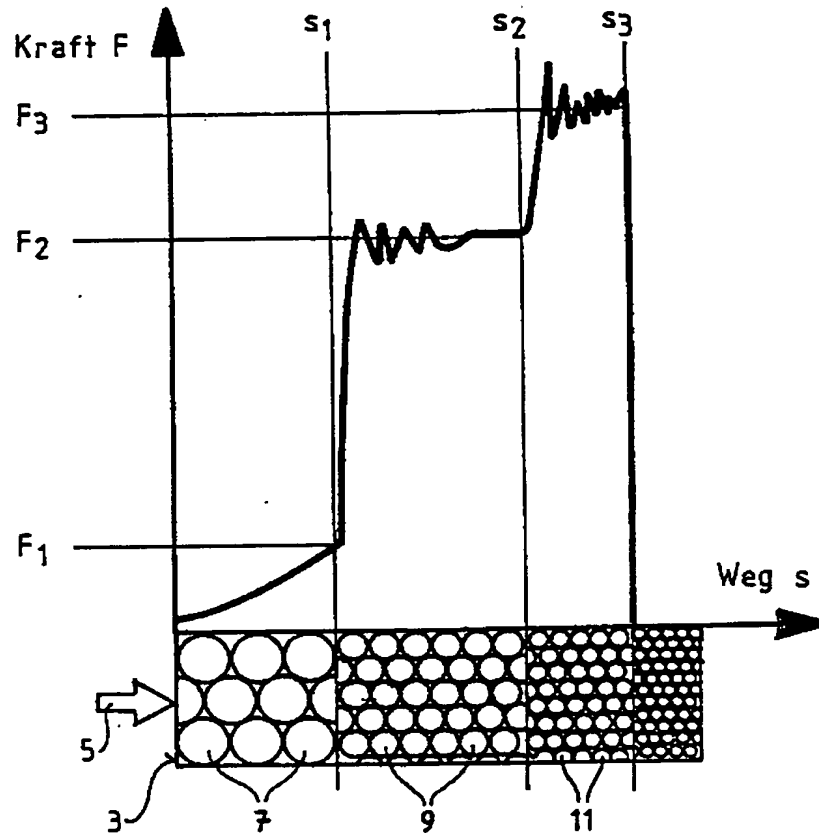


FIG.2

